

## Er: YAG 레이저 조사 임플란트 표면에 대한 전자주사현미경관찰

최정구\* · 최수진 · 민승기 · 오승환 · 권경환 · 최문기 · 이준 · 오세리

원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

### Abstract

#### ER: YAG LASER IRRADIATED IMPLANT SURFACE OBSERVATION WITH SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

Jung-goo Choi, Su-Jin Choi, Seung-ki Min, Seung-Hwan Oh, Kyung-Hwan Kwon, Moon-Ki Choi, June Lee, Se-Ri Oh.

*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Wonkwang University*

Since mid 20th century, dental treatments with laser have been introduced and improved a lot. Because early CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, diode, argon, and holmium lasers are used for dealing soft tissue, so it applied just limited field. But, in 1997 the lasers of erbium family that able to dealing soft and hard tissue also were introduced, laser application fields are enlarged.

In today, the application fields reach on implantation treatment, so clinicians can use the laser to make holes for implantation, and flap elevation, even though treating peri-implantitis.

So our class want to discover the optimal setting of Er:YAG laser when treating peri-implantitis. We observed the surface that initially treated by RBM and TPS passion and laser with varied options of exposure time and power with SEM image. For this we conclude the optimal setting range that does not alter the implant surface structure and report it.

**Key words:** Laser, Irradiation, Implant surface, RBM

### 1. 서 론

1960년에 Maiman이 ruby 레이저에 대하여 처음 발표한 이래로, 레이저는 1964년 최초로 CO<sub>2</sub> 레이저의 형태로 구강 악안면 영역에 사용되었다. 이후 1989년에 Drs. William과 Terry Myers 가 안과용 Nd:YAG 레이저를 변형시켜 사용하면서 치과 영역에서 레이저 술식이 일반화 되었다. 또한 현재는 많은 매질을 이용한 레이저들이 생산되고 있다. 이들 레이저를 그 사용영역에 따라 나누게 되면 크게는 연조직치료시 사용되는 레이저와 경조직에도 사용할 수 있는 레이저로 나눌 수 있다. 현재 많이 사용되는 레이저 가운데 CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, Diode, Argon, Holmium 레이저들이 전자에 속하고, Er:YAG, Er,Cr:YSGG 레이저가 후자에 속하게 된다.<sup>1)</sup>

이러한 레이저의 활용은 구강악안면외과 영역에서의 여러 구강내 소수술 및 슬후 부작용 조절 등에 사용되고 있으며,

그 사용범위가 임플란트 영역에까지 이르게 되었다. 특히 Peri-implantitis 치료에 있어서 레이저는 높은 살균 및 해독 능력을 가지고 있으며, 감염원의 제거 능력도 탁월하여 최근 각광받고 있는 추세이다.<sup>2)</sup>

이중 Er:YAG 레이저는 경조직 및 연조직에 작용할 수 있는 레이저로 2940nm의 파장을 가지고 있으며, 물에 잘 흡수되는 성질을 가지고 있고, 300microsecond 의 wave length에서 조사 할 경우, 약 5μm 투과 깊이를 보이게 된다.<sup>3)</sup> 따라서 Er:YAG laser가 경조직에 조사되게 되면, 에너지가 경조직 내부의 수분에 흡수되고, 이 에너지를 증기형태로 확장시켜, 경조직의 삭제가 일어나게 되는 것이다. 이러한 경조직의 삭제는 레이저 및 에너지 조사후 즉시 일어나게 되므로, 열의 전도가 일어나기 전에 조사 받은 부위의 경조직이 떨어져 나감으로써, 주위조직에 thermal stress를 주지 않고 선택적으로 삭제 및 debridement가 가능하게 된다.

하지만 고에너지의 레이저를 peri-implantitis 치료에 적용함에 있어서, 골유착에 저해가 될만한 임플란트 표면의 변화내지 파괴는 피해야 하며, 현재 이에 따른 가이드라인이 불분명한 상태이다. 이에 본 교 실에서는 Er:YAG 레이저를 RBM 처리된 implant 표면에 조사한 뒤, 전자 주사 현미경을 이용하여 표면의 변화를 관찰하고, 임상적용시 적절한 에너지의 양 및 적용시간을 알아 보고자 하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

#### 1) 치과용 레이저

Er:YAG 레이저 (K.E.Y Laser ; KaVo, Co., Germany) 는 Solide type laser로 2.94  $\mu\text{m}$ 의 파장을 갖고 있으며 최대 펄스 에너지가 600mJ, 펄스 빈도는 1-25 Hz 를 낼 수 있다 ( Fig. 1).

#### 2) 임플란트

RBM 표면 처리가 선행된 시판되는 임플란트 중 Osstem 사의 GSII 임플란트를 이용하여 표면을 관찰 하였다. 18개의 Implant표면에 3부분으로 나누어서 레이저조사를 시행 하였으며 140, 200, 250, 300, 350, 400 mJ의 에너지로 10초, 20초, 30초간격으로 레이저를 조사하도록 하였다 ( Fig. 2).

#### 3) 주사 전자 현미경

최고 해상도 3nm인 JSM-6360 (JEOL, Tokyo, Japan)을 이용하여 표본을 관찰 하였다 .

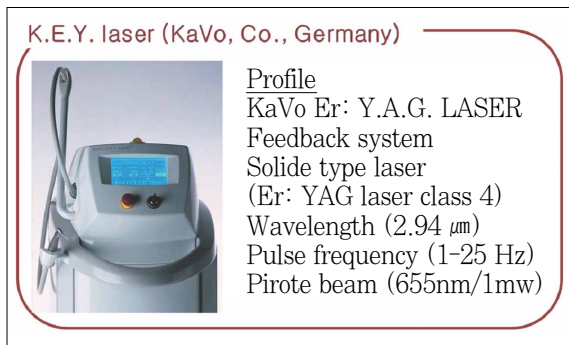


Fig. 1. KaVo K.E.Y laser and it's feature.

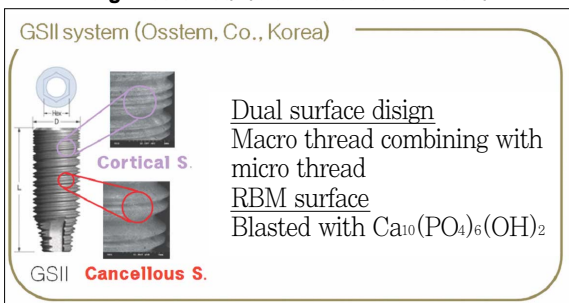


Fig. 2. GSII implant fixture system

### 2. 실험 방법

6개의 임플란트 매식체를 각각 치경부, 중간, 근단부 3분의 1로 나누어 각 부위에 대하여 임플란트 표면에서 Er:YAG 레이저 팁사이의 거리가 2mm가 되도록 비접촉식으로 주수 하에 조사 하였으며, 레이저 팁과 임플란트 표면의 각도는 수직이 되게 조사 하였다. 펄스 에너지는 각 임플란트 매식체당 140mJ에서 400mJ에 이르기 까지 약 50mJ 간격으로 조사 하였으며, 조사시간은 각 매식체당 조사 부위를 달리하여 10초, 20초, 30초간 시행 하였다. 이때 펄스 빈도는 10Hz로 고정 하였다. 또한 물의 분사는 최대한으로 조절하여 분사하였다. 18개의 Implant시편을 이용하여 실험을 시행하였으며 각각의 에너지당 조사시간에 따른 시편을 사용하였다.

최초의 레이저 처리가 되지 않은 대조군 및 레이저로 조사한 모든 식편들은 진공하에 백금으로 도금한 뒤, 전자 주사 현미경을 통해 27배, 100배, 200배, 400배, 1000배, 3000배로 관찰 하였으며, 1000배를 기준으로 1000배 미만은 거시적 구조로 1000배 이상은 미세구조로 구분하여 관찰 하였다.

## III. 연구 결과

전자주사 현미경을 통한 관찰에서, 레이저 조사전 임플란트의 표면은 골유착에 필요한 적절한 거칠기를 가지고 있었다 ( Fig. 3). 레이저를 조사한 모든 임플란트 표면은 미약하게라도 변화를 보였으며, 조사에너지가 높을수록, 조사시간이 길어질수록 표면의 변화는 심해졌다 ( Fig. 4).

### 1. 거시구조의 변화

펄스에너지가 250mJ 이상으로 적용될 때 거시구조의 변화가 생기기 시작하였으며, 표면이 녹아서 거칠기가 소실되거나, 재 응결하여 돔형태의 구조가 형성되기 시작하였다 ( Fig. 5). 조사에너지가 300mJ을 넘어서면서부터는 육안으로도 표면의 변화를 확인 할 수 있었으며, 표면이 타서 검게 변하였다 ( Fig. 6).

### 2. 미세구조의 변화

펄스 에너지가 200mJ 조사 시간이 10초에서 20초로 적용되면서 미세 구조의 변화가 관찰 되었으며, 돔형태의 Titanium 응결이 관찰되기 시작하였다 ( Fig. 7). 조사 에너지와 시간이 250mJ에 20초가 넘어서면서 임플란트 표면에 균열이 생기기 시작하였다 ( Fig. 8).

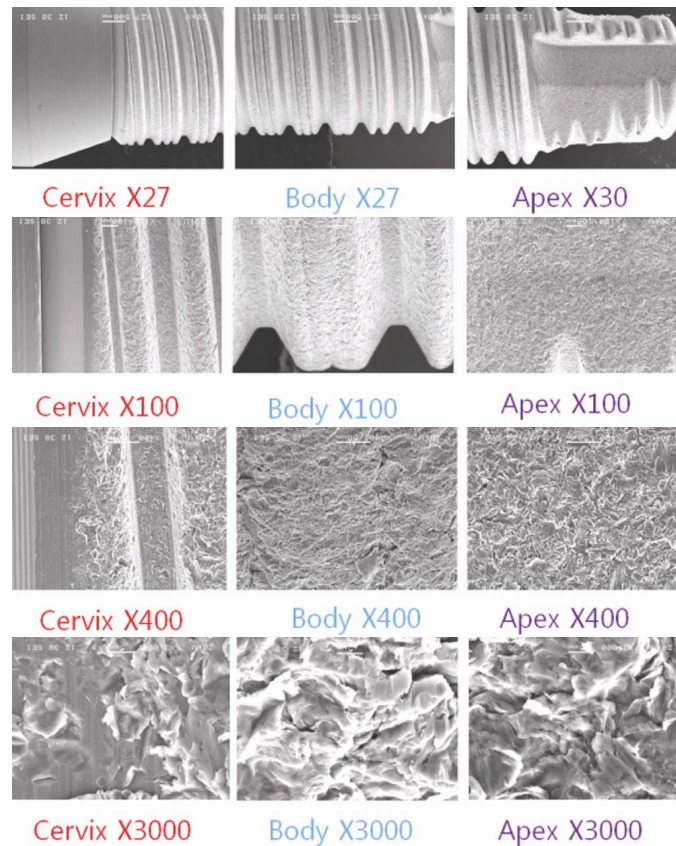


Fig. 3. RBM implant surface ; before laser irradiation

#### IV. 총괄 및 고찰

레이저는 임플란트의 성공률을 높이고, 임플란트 매식체에 대한 합병증을 줄이기 위하여 사용되고 있다. 이중 임플란트주위염에 대한 처치에 대한 수단으로 레이저치료는 믿을만한 예후를 보여주고 있다.

하지만, 레이저의 부적절한 사용은 오히려 임플란트의 성공률을 저하시킬 뿐 아니라 골유착에 도움을 주는 임플란트 표면 구조를 파괴시킬 수 있으므로 적절한 레이저의 사용에 대한 연구 및 숙지가 필요하다. 임플란트 표면의 파괴로 인하여 발생할 수 있는 증상으로는 상악 전치부의 경우의 잇몸에 금속색깔이 나타날 가능성과 함께 골유착의 실패의 가능성이 무엇보다 높아진다는 부작용이 있다.<sup>4)</sup>

레이저를 치주 질환에 대한 치료법으로 사용하기 위한 연구가 선행 되었으며, 1997년 Yamaguchi등은 Er:YAG 레이저가 감염된 치근 표면에서 lipopolysaccharide를 제거한다고 보고 하여 레이저를 이용한 치주 내지 임플란트 주위염 치료의 가능성을 제시 하였다.<sup>5)</sup> 이후 2002년 Matthias등은 그의 Er:YAG 레이저의 살균 능력에 대한 연구에서 Er:YAG 레이저가 세균의 세포막에 에너지를 축적시켜 세균을 사멸시키며, 이에 따른 살균능력은 임상적으로 사용할 만한 가치가 있음을 보고 하였다.<sup>6)</sup> 그는 또한

2004년 그의 발표를 통하여 Er:YAG 레이저는 임플란트 표면의 변화 없이, 세포독성 물질들을 효과적으로 임플란트 표면으로부터 제거할 수 있다고 보고 하였다.<sup>7)</sup>

레이저에 대한 임플란트 표면의 반응에 대한 연구는 오래 전부터 이루어져 왔으며, Walsh, Block, Chu 등은<sup>8,9,10)</sup> Nd:YAG 레이저를 이용하여 임플란트 표면을 처리 하였을 때, 임플란트 표면의 변화 뿐 아니라 골유착을 저해하는 임플란트의 온도변화가 있음을 확인하고 Nd:YAG 레이저의 임플란트 표면에 대한 사용은 금기증임을 보고 하였다.

또한, CO<sub>2</sub> 레이저를 이용한 mouhyi<sup>11)</sup>등의 연구에서 임플란트 표면에 CO<sub>2</sub> 레이저를 조사하는 경우 임플란트 표면 온도의 변화는 3℃ 미만이며, 임플란트 표면에 레이저가 흡수되지 않고 반사되기 때문에 표면의 변화도 없다고 보고 하였다. 하지만, 임상적으로는 온도의 변화에 대한 가능성이 있으므로 사용을 권장하지는 않는다.<sup>1)</sup>

2002년 Matthias 등은 Nd:YAG 레이저를 임플란트 표면에 120mJ로 60초간 조사 하였을 때, 골의 생활력을 저해하는 온도인 47℃를 넘어서지는 않는다고 보고<sup>6)</sup> 하였으며, 또한 그의 다른 연구에서 Nd:YAG , Ho:YAG, Er:YAG, CO<sub>2</sub> 레이저를 임플란트 표면에 조사하여 관찰 하였으며, 결론적으로 임플란트의 표면 변화에 있어서, 예전의 연구들과 같이 Nd:YAG 레이저와 Ho:YAG레이저의

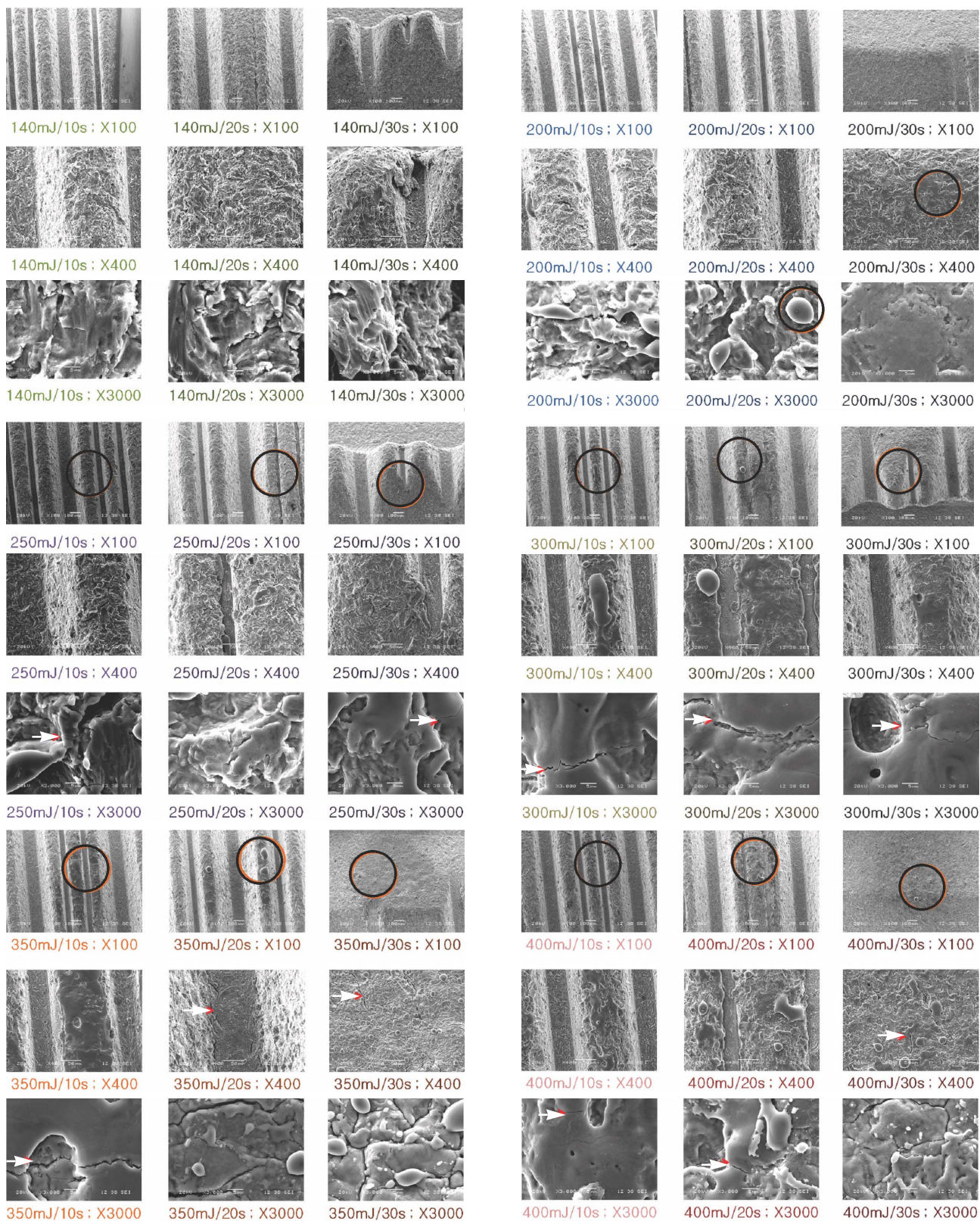


Fig. 4. Implant surface changes due to laser irradiation. Note the circles and arrows.

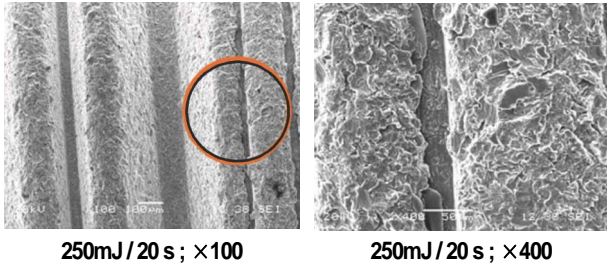
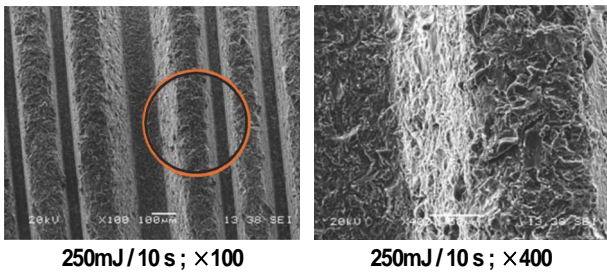


Fig. 5. Macro-structural change ; melting down.

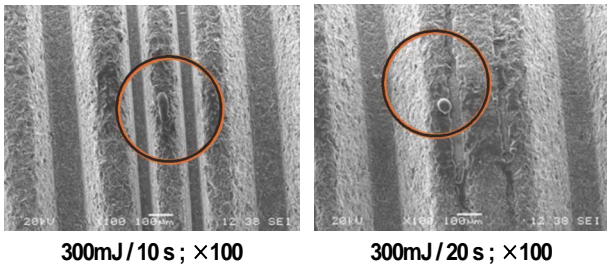


Fig. 6. Macro-structural change ; melting and burning

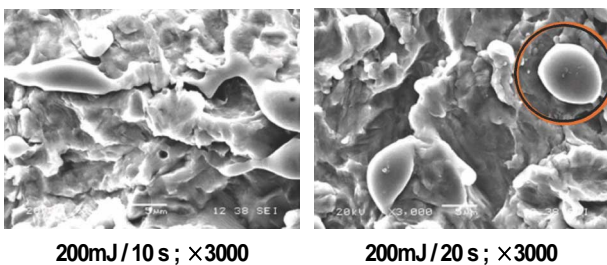
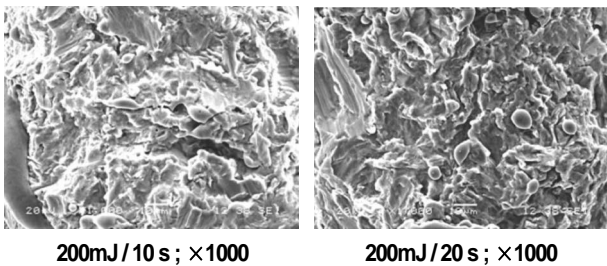


Fig. 7. Micro-structural change ; melting

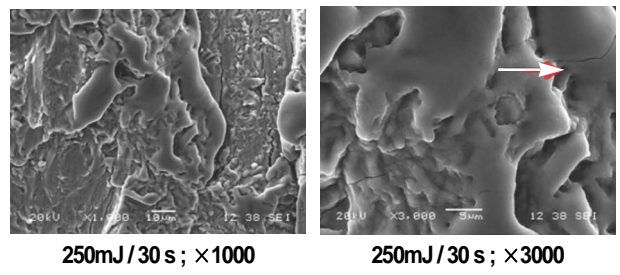


Fig. 8. Micro-structural change ; crack

사용은 비적응증이며, Er:YAG 레이저와 CO<sub>2</sub> 레이저의 사용시에는 출력을 적절히 조절 하여야 한다고 보고 하였다.<sup>12)</sup>

Er,Cr:YSGG 레이저의 경우 2005년도에 본 교실에서 수행한 Er,Cr:YSGG 레이저를 조사한 임플란트 표면의 주사전자 현미경적 연구에서 RBM 표면을 가진 GSII 임플란트 매식체는 Er,Cr:YSGG 레이저로 조사시 4W의 조사 에너지와 30초의 조사시간 보다 낮은 수위로 사용하였을 경우 임플란트의 표면 변화가 없는 것으로 확인 되었다. 또한 TPS (Ca3P coating) 표면을 가진 Pitt-Easy 임플란트 매식체에서는 2W의 에너지와 10초의 조사시간 이상에서 Ca3P 결정이 파괴되고 용해되는 것을 보고 한 바 있다. 임플란트 주위염을 치료시 임플란트 표면의 변화 없이 임플란트 주변의 염증조직을 제거할 수 있는 기준 에너지와 조사시간을 파악하였다는데 의의가 있다. 이번 Er:YAG 레이저를 통한 임플란트 주위염 치료시 임플란트 표면의 변화 양태를 파악하고 적절한 에너지 준위와 조사시간을 파악하는데, 필요한 실험으로 사료된다. 이번 실험을 통하여 Er:YAG 레이저의 임플란트 표면에 대한 임상적 적용은 펄스 에너지 200mJ 조사시간 10초를 넘어서지 않는 범위에서 이루어져야 한다는 결론을 얻게 되었으며 임상적으로 적용시에도 적절한 조사방법을 고려해야 부작용을 줄일 수 있다.

결론적으로 임플란트 표면에 대한 Er:YAG 레이저의 사용은 레이저 자체가 가지고 있는 장점인 수술 동통의 감소, 시술시 출혈의 감소, 빠른 치유시간 등 이외에도 감염된 임플란트 주위의 살균 효과를 가지고 있기 때문에 주목 받고 있다. 하지만, 그 사용에 있어서는 임플란트 구조의 변화를 가져 올 수 있는 만큼 주의를 기울여야 한다. 이후 다양한 임플란트 표면에 대한 Er:YAG 레이저 조사가 미치는 영향에 대하여 추가적으로 연구가 진행 되어야 하며, 성분변화에 주목한 성분 분석연구도 이루어져야 할 것이다.

## V. 결 론

RBM 으로 처리된 임플란트 매식체에 대한 Er:YAG 레이저의 조사에 따른 표면의 변화에 대한 본 연구에 있어서 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

1. 임플란트 표면에 Er:YAG 레이저 조사시 높은 에너지와 장기간의 조사시간을 가지면 표면의 변화를 관찰할 수 있다.
2. 펄스 에너지 200mJ과 조사시간 20초를 넘어서면서부터 임플란트 미세 구조의 변화를 관찰할 수 있다.
3. 펄스 에너지 250mJ이 넘어서면서부터 임플란트의 거시구조의 변화를 관찰할 수 있다.

따라서 Er:YAG 레이저의 임플란트 표면에 대한 임상적 적용은 펄스 에너지 200mJ 조사시간 10초를 넘어서지 않는 범위에서 이루어져야 한다.

## References

1. Emile Martin : Lasers in dental implantology. Dent Clin N Am 48 : 999, 2004.
2. Frank Schwarz, Jurgen Becker : Treatment of periodontitis and peri-implantitis with an Er:YAG laser : Experimental and clinical studies. Medical Laser Application 20 : 47, 2005.
3. Glenn van As : Erbium lasers in dentistry. Dent Clin N Am 48 : 1017, 2004.
4. Manni JG. : Dental applications of advanced lasers. Burlington (VT), JGM Associates, 1996.
5. Yamaguchi H, Kobayashi K, Osada R *et al* : Effects of erbium: YAG laser on root surface. Journal of Periodontology 68 : 1151, 1997.
6. Matthias K, Wolfgang K, Claudio M *et al* : Bactericidal effect of the Er:YAG laser on dental implant surfaces : an in vitro study. J Periodontol 73 : 1292, 2002.
7. Kreisler M, Kohnen W, Christoffers AB *et al* : In vitro evaluation of the biocompatibility of contaminated implant surfaces treated with an Er :YAG laser and an air powder system. Clin Oral Impl Res 16 : 36, 2005.
8. Walsh LJ : The use of lasers in implantology: an overview. J Oral Implantology 18 : 335, 1992.
9. Block CM, Mayo JA, Evans GH : Effects of the Nd:YAG dental laser on plasma-sprayed and hydroxyapatite-coated titanium dental implants surface alteration and attempted sterilization. Int J Oral Maxillofac Implants 7(4) : 441, 1992.
10. Chu RT, Watanabe L, White JM *et al* : Temperature rises and surface modification of lased titanium cylinders. J Dent Res 71(Spec Iss) : 144, 1992.
11. Mouhyi J, Sennerby L, Nammour S *et al* : Temperature increases during surface decontamination of titanium implants using CO2 laser. Clin Oral Implants Res 10(1) : 54, 1999.
12. Kreisler M : Effect of Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG, CO2, and GaAIAs Laser Irradiation on Surface Properties of Endosseous Dental Implants. Int J Oral Maxillofac Implants 17 : 202, 2002.

### 저자 연락처

우편번호: 570-711  
 전라북도 익산시 신용동  
 원광대학교 치과병원 구강악안면외과학교실  
**민 승 기**

원고 접수일 2008년 7월 14일  
 게재 확정일 2008년 11월 3일

### Reprint Requests

**Seung-ki Min**  
 Dept. of OMFS, School of Dentistry, Wonkwang University,  
 Sinyong-dong, Iksan-si, Jeonbuk, Korea  
 Tel. 82-63-859-2921 Fax. 82-63-847-4002  
 E-mail : omsmin@wonkwang.ac.kr

Paper received July 14 2008  
 Paper accepted November 3 2008